



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA





Uso de Dobles Techos en Invernaderos Mediterráneos en Periodos Fríos

Responsable: Dr. J. Hernández 

Equipo: Dra. M.R. Granados; Dr. S. Bonachela 
 Dr. López; Dr. J.J. Magán 

Proyecto RTA 2012-00039-C02-02
 «Mejora de la Productividad y la Sostenibilidad de los invernaderos pasivos mediterráneos mediante el control del microclima en periodos fríos»






UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

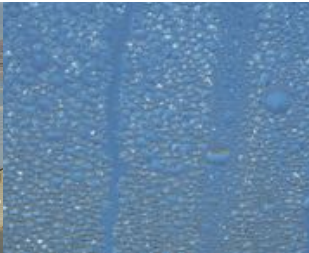


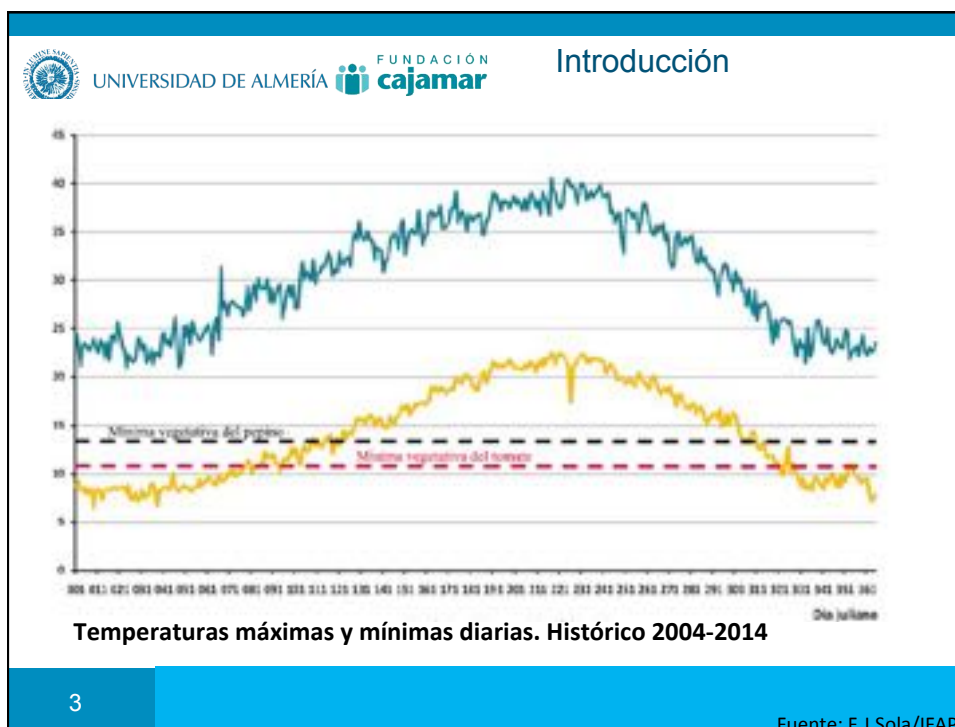
Introducción

■ Características principales del clima invernal en invernaderos mediterráneos

- ↑ SALTO TÉRMICO día-noche ($T > 25^{\circ}\text{C}$ - $T < 10^{\circ}\text{C}$)
- ↑ HR (día $\text{HR} > 80\%$) y SATURACIÓN (noche)
- CONDENSACIÓN → goteo sobre el cultivo
- INVERSIÓN TÉRMICA (noches despejadas)
- ↑ aire caliente y húmedo (cotas superiores invernadero)







UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  **FUNDACIÓN cajamar** Introducción

■ **Técnicas convencionales de manejo pasivo de clima en invernaderos en periodos fríos**



a) cortinas plásticas, b) acolchado plástico, c) mantas térmicas y d) tunelillos.

4

Fuente: F.J. Sola

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  **FUNDACIÓN cajamar** **Introducción**

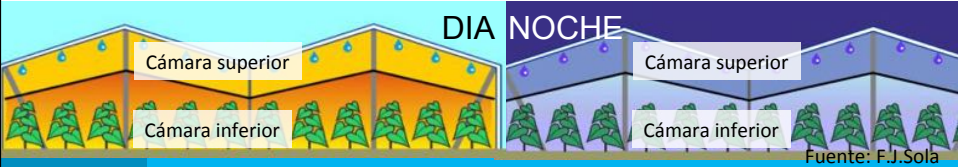
■ **Dobles techos**

■ **Ventajas:**

- ↓ Caída agua CONDENSACIÓN sobre el cultivo
- ↑ TEMPERATURA durante el día y ↓ PÉRDIDA CALOR durante la noche (cámara inferior).
- Integración con sistemas de calefacción PASIVOS o ACTIVOS (acolchados, cortinas plásticas, ...)

■ **Desventajas:**

- ↓ VENTILACIÓN, ↑ HR
- ↓ RADIACIÓN incidente cultivo

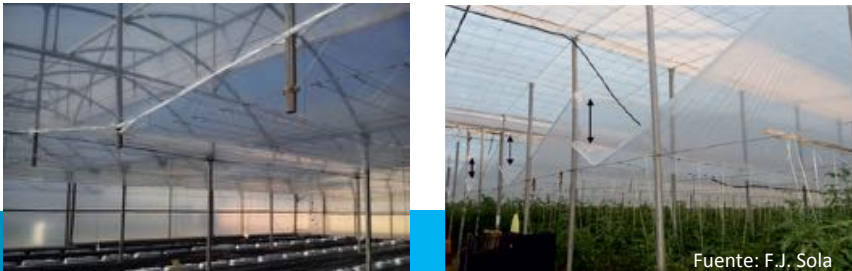
Fuente: F.J.Sola

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  **FUNDACIÓN cajamar** **Introducción**

■ **Doble techo**

■ **Consideraciones:**

- Instalación en CAPILLAS → evacuación CONDENSACIÓN
- ↑ ALTURA y ↑ PENDIENTE (aire caliente y húmedo por encima del cultivo, evacuar condensación)
- ANTIGOTEÓ
- ↑ VENTILACIÓN



Fuente: F.J. Sola

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  **FUNDACIÓN cajamar** Introducción

■ **Dobles techos móviles**



Doble techo móvil unido a ventilación cenital

Doble techo móvil enrollado

7

Fuente: F.J.Sola

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  **FUNDACIÓN cajamar** Objetivo

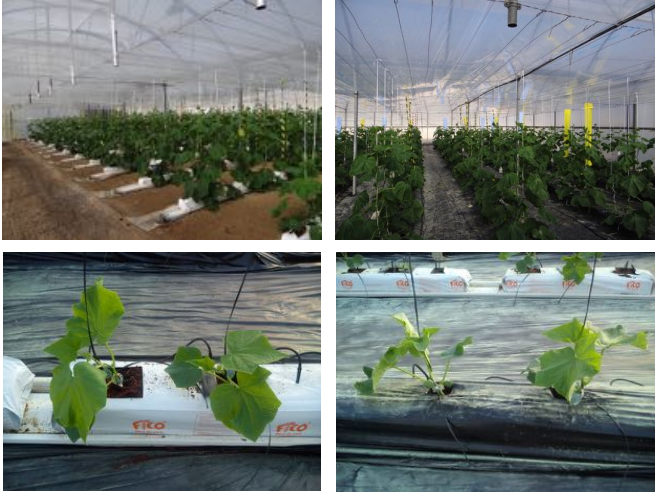
■ **Mejorar el balance térmico en periodo frío en cultivo de pepino mediante el uso integrado sistemas pasivos:**

- acolchado negro,
- **dobles techos móviles y**
- techos inflados

8

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  FUNDACIÓN **cajamar** Ensayos previos

USO DE ACOLCHADO NEGRO COMO SISTEMA PASIVO DE CALEFACCIÓN



9

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  FUNDACIÓN **cajamar** Resultados ensayos previos

USO DE ACOLCHADO NEGRO COMO SISTEMA PASIVO DE CALEFACCIÓN

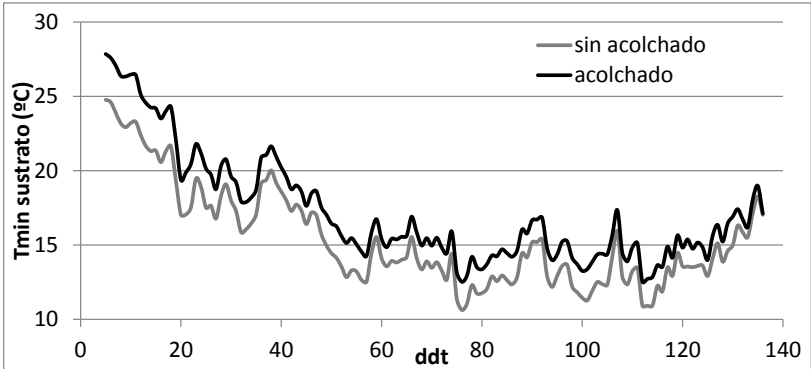
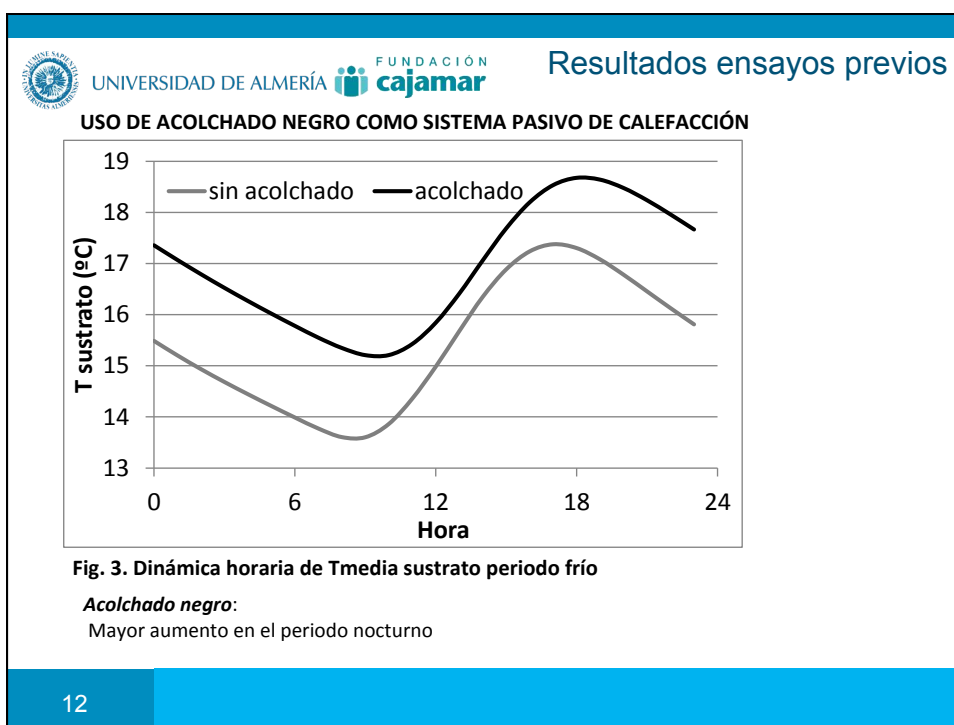
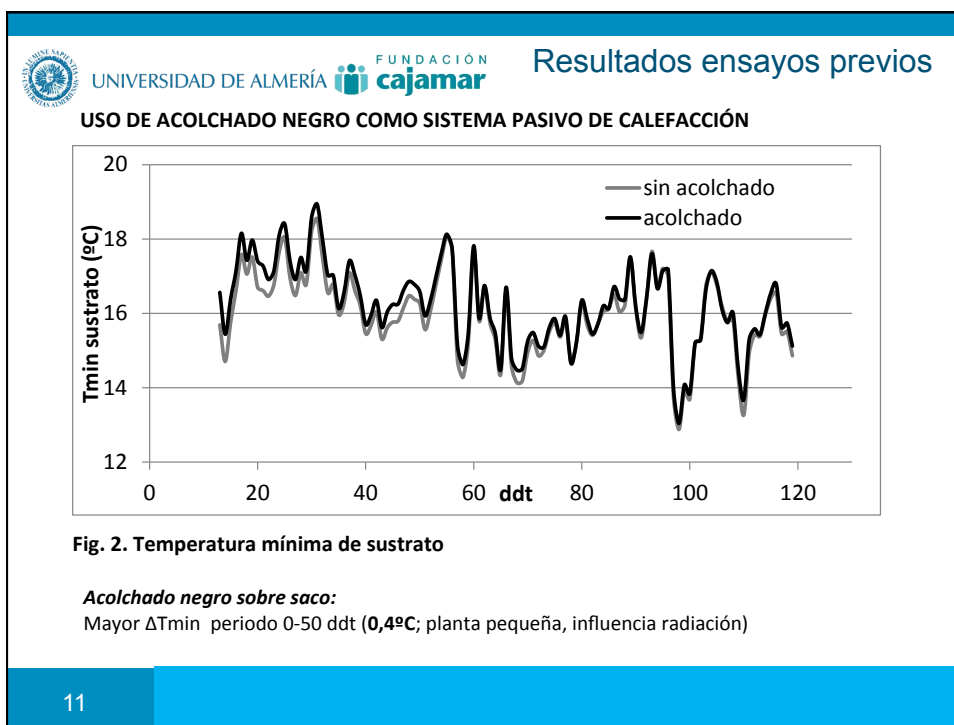
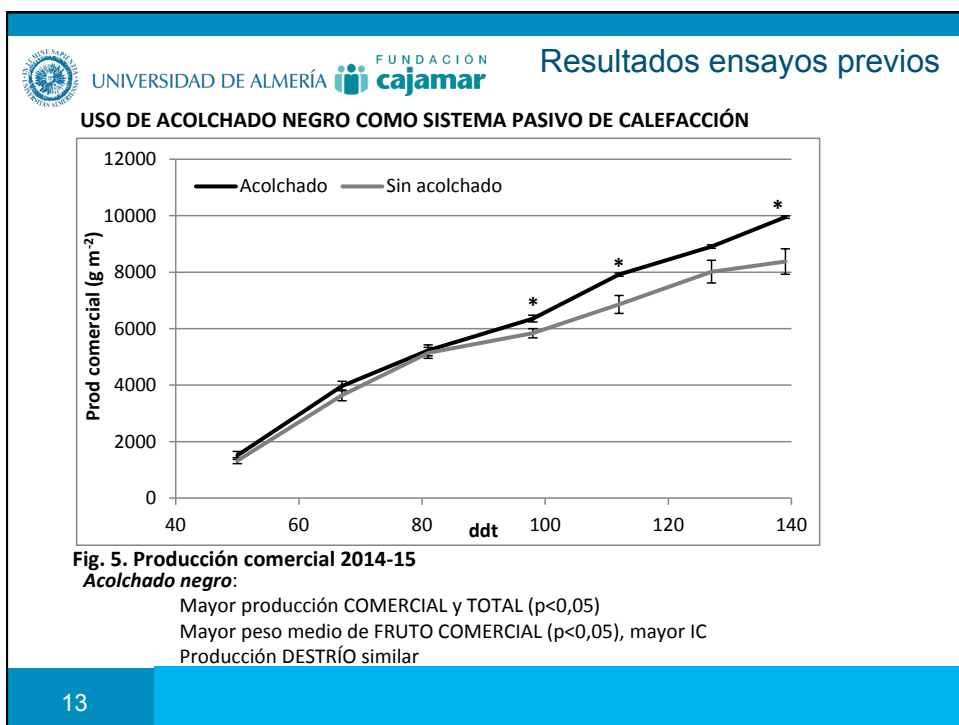


Fig. 1. Temperatura mínima de sustrato

Acolchado negro:
Aumento Tmin sustrato en periodo frío **1,8°C** (12,7 – 10,9°C)

10





UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  FUNDACIÓN **cajamar**

Ensayo con dobles techos

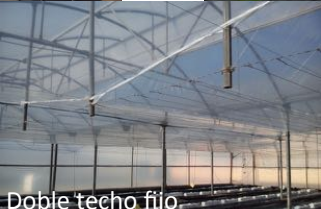
Segundo ensayo (2015-16): 10 Noviembre - 7 Marzo, 118 días
- Doble techo inflado o pantalla móvil vs. doble techo fijo con acolchado negro



Doble techo inflado

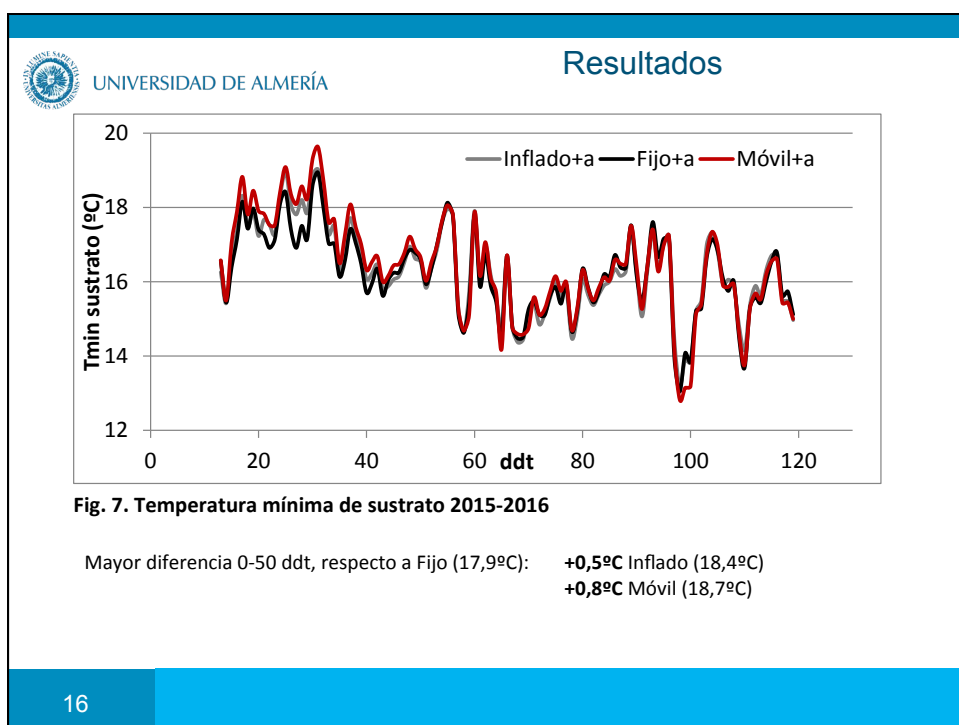


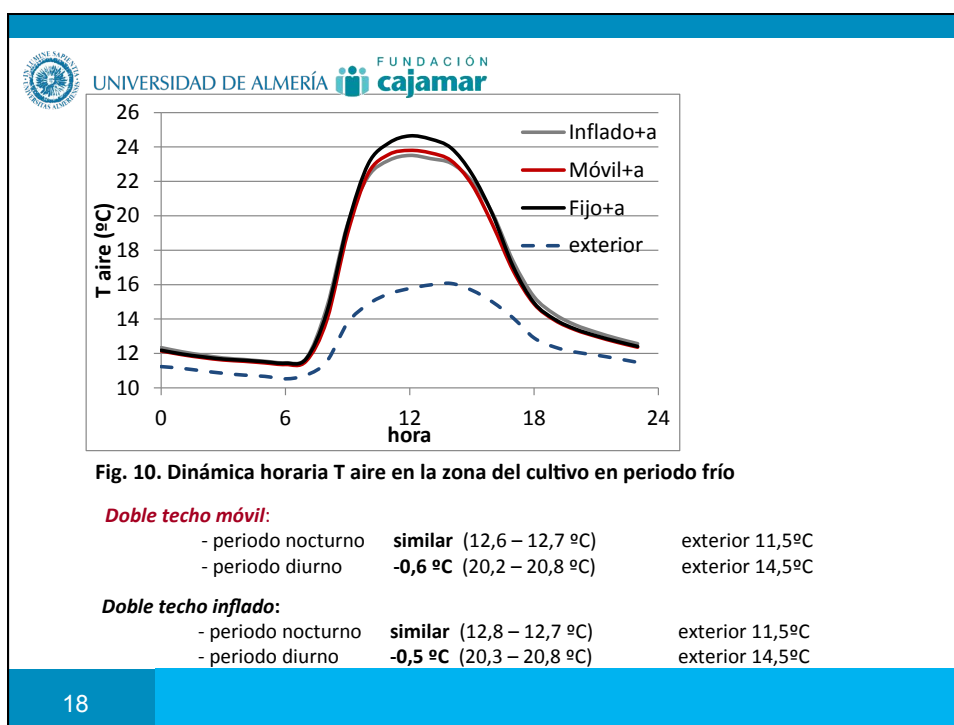
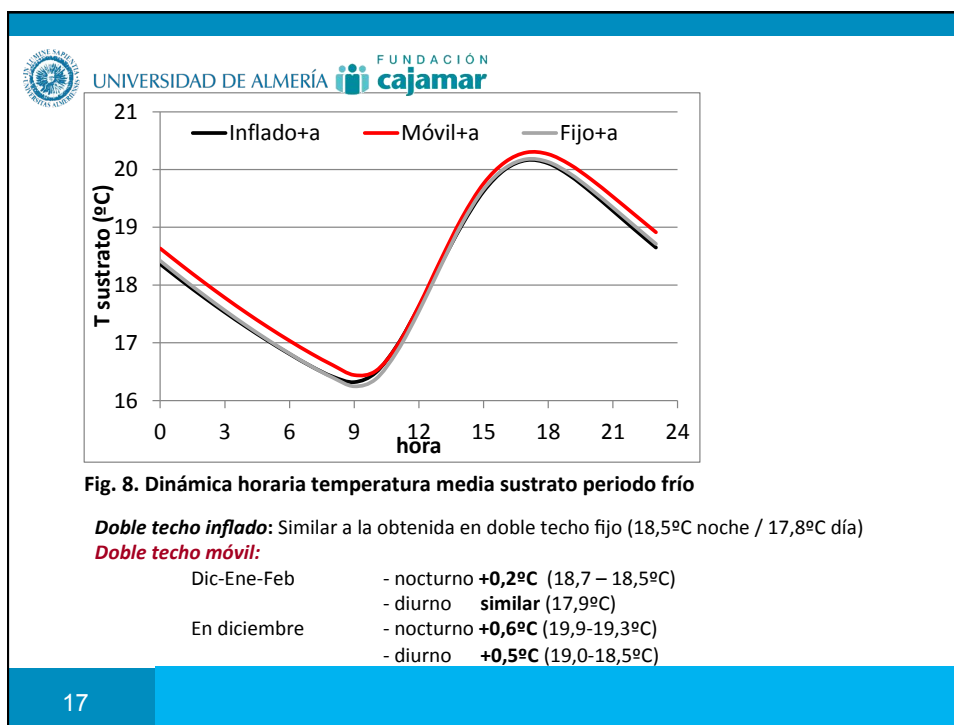
Doble techo móvil



Doble techo fijo

15





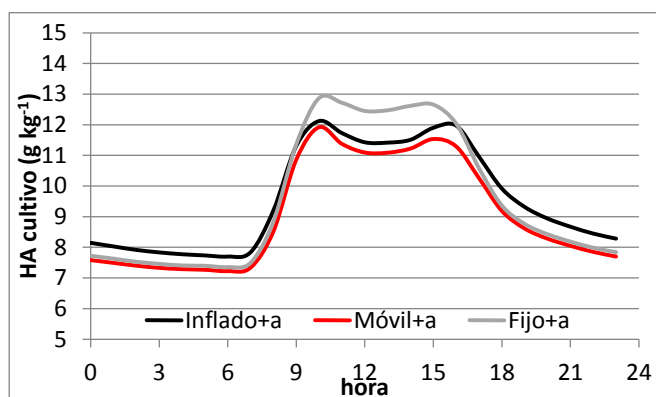


Fig. 11. Dinámica HA aire horaria en zona cultivo en periodo frío (dic-ene-feb)

- Mayor en FIJO durante el día por el menor volumen y ventilación
- Mayor en INFLADO durante la noche por mayor T en cara interna de cubierta

19

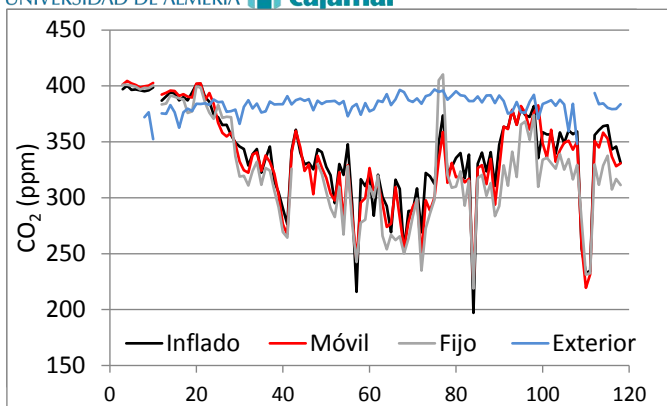
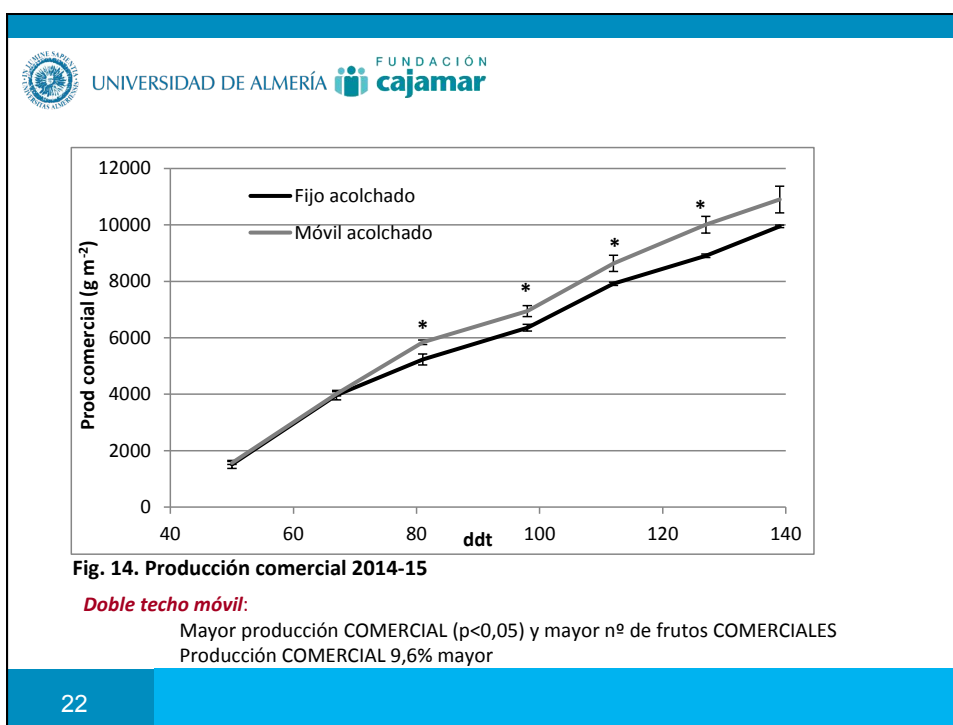
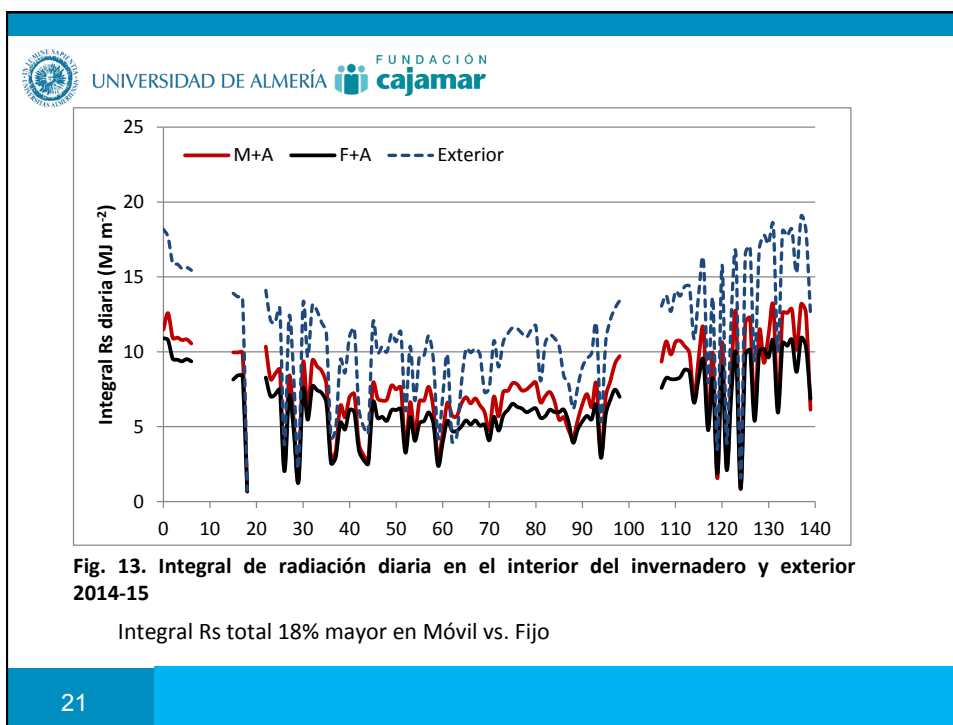


Fig. 12. Concentración mínima de CO₂ en el interior y exterior del invernadero

- Menor en FIJO durante el día por el menor volumen y ventilación

	CO ₂ (ppm)	(%)
Exterior	384	
Inflado+a	329	+5,3
Móvil+a	323	+3,4
Fijo+a	312	

20



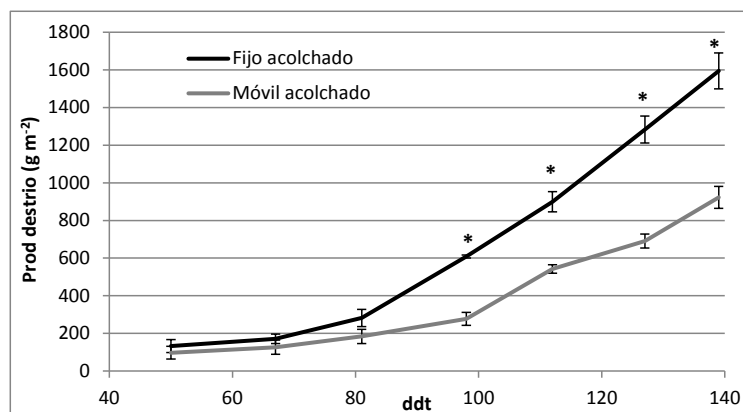


Fig. 15. Producción destrío 2014-15

Doble techo móvil:

 Menor producción DESTRÍO ($p < 0,05$) por mayor nº de frutos DESTRÍO

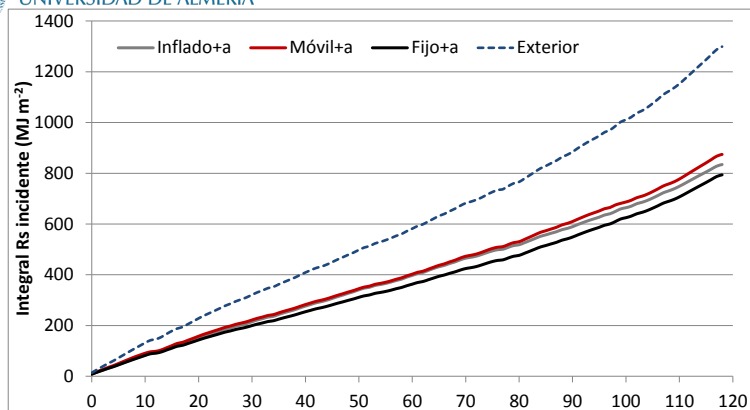
Resultados


Fig. 16. Integral de radiación acumulada en el interior del invernadero y exterior 2015-16

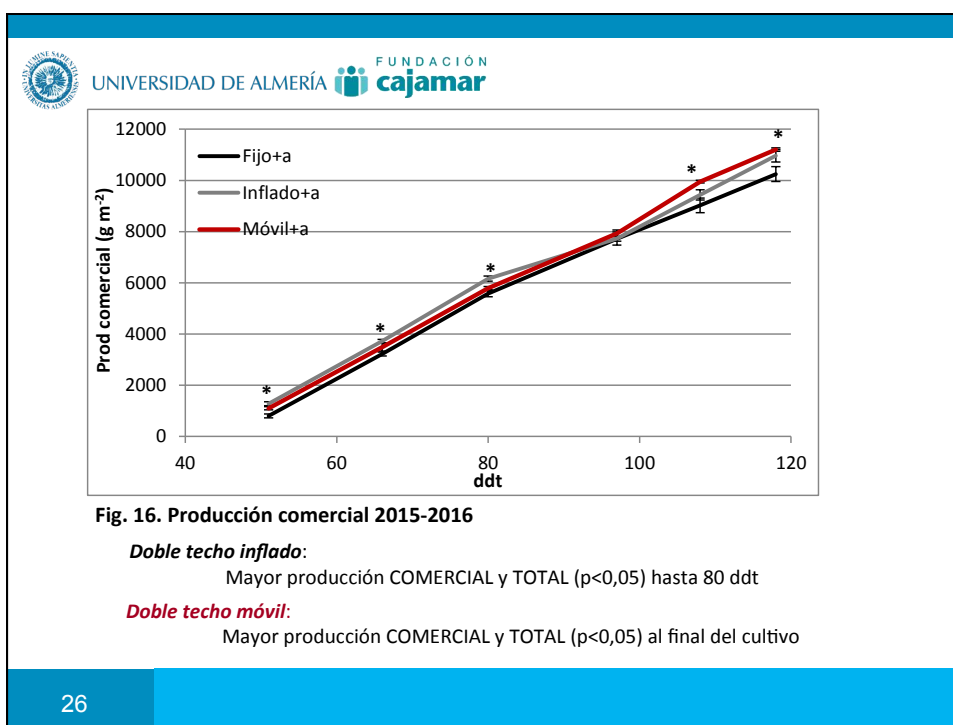
	Rs acumulada (MJ m ²)	τ (%)
Exterior	1299,0	
Inflado+a	834,5	64,2
Móvil+a	874,4	67,3
Fijo+a	793,9	61,1

Doble techo móvil:

10,1% mayor a fijo

Doble techo inflado:

5,1% mayor a fijo





UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Cuadro 1. Producción precoz 2015-2016 (66 ddt)

	Nº frutos comerciales	Peso comercial	Nº frutos destrío	Peso destrío	Nº fr total	Peso total
Inflado+a	8,7 a	3723 b	1,5 a	142,0 b	10,2 b	3865 b
Móvil+a	8,3 a	3484 ab	1,6 a	92,9 ab	9,9 ab	3577 ab
Fijo+a	7,9 a	3220 a	1,3 a	48,3 a	9,2 a	3268 a

Doble techo inflado:Mayor peso COMERCIAL, DESTRÍO y TOTAL ($p < 0,05$)Mayor producción de I categoría ($p < 0,05$)

Producción COMERCIAL

bajo DT Móvil 8,2% superior a DT Fijo
bajo DT Inflado 15,6% superior a DT Fijo

27



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Cuadro 2. Producción final 2015-2016 (118 ddt)

	Nº frutos comerciales	Peso comercial	Nº frutos destrío	Peso destrío	Nº fr total	Peso total
Inflado+a	26,3 a	10963 b	6,5 a	474 a	32,8 a	11437 ab
Móvil+a	26,8 a	11206 b	6,6 a	532 a	33,3 a	11737 b
Fijo+a	25,3 a	10248 a	6,8 a	660 a	32,1 a	10908 a

Doble techo móvil:Producción COMERCIAL, CAT. I y TOTAL mayor en Móvil ($p < 0,05$) frente a Fijo

Producción COMERCIAL

bajo DT Móvil 9,3% superior a DT Fijo
bajo DT Inflado 7% superior a DT Fijo

28



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Gracias por su atención



